

# PROJETO SAP\_AGRI

## Efeito da adição de SAPs ao solo no desenvolvimento da videira: ensaio em estufa e em campo

Margarida Rocheta, Phd Instituto Superior de Agronomia ULisboa

Gonçalo Vitorino, Phd Instituto Superior de Agronomia ULisboa

Lucas Coito, Phd Instituto Superior de Agronomia ULisboa



**2022**

## RESUMO

Com a crescente pressão de eventos extremos de temperaturas elevadas e escassez de precipitação é cada vez mais importante uma gestão racional da rega na agricultura. Os poliacrilatos de potássio (SAPs) são hidrogéis que têm a capacidade de armazenar volumes de água várias vezes superiores ao seu peso, libertando-a lentamente. Quando adicionado ao solo podem servir para aumentar a capacidade de retenção de água do mesmo, conferindo às plantas uma reserva extra para colmatar as suas necessidades hídricas. Estes corretivos de solo têm sido utilizados com sucesso na gestão hídrica de relvados. Neste trabalho pretende-se testar o efeito dos SAPs para uso em viticultura, no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo da videira, focando em diversos parâmetros vitícolas e fisiológicos, indicadores do estado hídrico e de sanidade da planta. O trabalho está dividido em três capítulos: (i) análise da capacidade de absorção de água de diferentes granulometrias de SAPs; (ii) estudo do efeito dos SAPs em videiras jovens sob condições de estufa; (iii) estudo do efeito dos SAPs em videiras adultas e em replantações em condições de campo. Relativamente ao capítulo i, dependendo da granulometria dos SAPs e da água a absorver, o hidrogel absorveu entre 171 a 542 ml/g, com valores mais elevados para granulometrias mais baixas e água destilada. Estes valores estabilizaram entre 106 e 166 ml/g quando a água a absorver foi anteriormente filtrada por uma amostra de terra, simulando condições de campo. No capítulo ii as plantas em estudo foram separadas em dois regimes hídricos (conforto e déficite prolongados) e sujeitas a vários momentos de condições extremas para potenciar uma melhor análise da dinâmica SAP/videira. Durante um período inicial de crescimento e quando sujeitas a ondas de calor e stresses hídricos extremos, as plantas com SAPs apresentaram frequentemente valores significativamente superiores de PRI, condutância estomática, transpiração e, conseqüentemente, uma temperatura superficial das folhas inferior. Estas plantas apresentaram uma maior resiliência relativamente à manutenção da sua área foliar, apresentando menores perdas de área foliar por senescência das folhas, assim como momentos de maior crescimento vegetativo. Quanto ao capítulo iii, inclui dois ensaios: um relativamente à análise de plantas adultas e a sua resposta à adição de SAPs na sua proximidade; outro que considera o efeito da adição de SAPs no momento de replantação de plantas em falhas da vinha. Quanto ao primeiro ensaio, o ano 2022 foi considerado o ano 0, tendo as tarefas associadas focadas na instalação do ensaio e no reconhecimento da parcela a partir de imagem aérea. As plantas em análise foram vindimadas e as uvas resultantes foram sujeitas a análises quanto à sua composição e, por fim, vinificadas. Quanto ao ensaio de replantação, foi monitorizado o desenvolvimento fenológico das plantas jovens e será, na próxima primavera, analisada a sua taxa de sobrevivência. Neste primeiro ano de testes, relativamente aos vários capítulos deste trabalho, concluí-se um efeito significativamente positivo dos SAPs em videiras jovens, relativamente à sua capacidade de tolerar condições extremas de calor e de stress hídrico. É importante que estes testes sejam repetidos durante mais campanhas e, particularmente para as condições de campo, avaliar o efeito dos SAPs após um período de estabilização do tratamento.

## 1. Introdução

Atualmente, o uso de hidrogéis (superabsorventes-SAP) tem ganho popularidade devido à sua propriedade intrínseca de reter quantidades significativas de água ou outros fluidos. É um produto cada vez mais utilizado em diversos setores, por se apresentar como ferramenta estratégica para muitos problemas atuais associados ao consumo, gestão, conservação, otimização e liberação de água e/ou soluções aquosas de interesse. Conseqüentemente, os hidrogéis ganharam espaço em diversos setores como agricultura, química, eletricidade, eletrônica e magnetismo, energia, mecânica, medicina, farmácia, etc.

A sua estrutura tridimensional e complexa, consiste num polímero em cadeia, com grupos laterais polares e ligações cruzadas; as frações da rede polimérica podem absorver, inchar, reter e libertar quantidades controladas de água, líquidos, ou soluções aquosas. Assim, os SAPs podem atuar como sistema de liberação lenta ao favorecer, por exemplo, a absorção de nutrientes por parte de plantas. A sua capacidade de reter e libertar lentamente água, pode servir como estratégia para reduzir a necessidade de rega.

O objetivo do presente documento é a discussão dos resultados obtidos nos ensaios realizados no âmbito da temática do efeito dos SAPs no desenvolvimento da videira.

De forma a facilitar o entendimento de alguns termos usados no texto, na tabela 1 é apresentada uma lista de parâmetros medidos durante os ensaios de campo e de estufa.

Tabela 1. Glossário de parâmetros medidos e aparelhos utilizados, em diferentes datas ao longo do ensaio.

Parâmetro	Acrônimo	Significado	Unidade	Método
Área foliar	AF	Área de superfície foliar da planta	cm <sup>2</sup> /planta	Manual
Índice de reflexão fotoquímica	PRI	Refletância de pigmentos fotossintéticos	Unidades relativas	PlantPen PRI 200
Condutância estomática	gsw	Abertura dos estomas. Associado a trocas gasosas	mol H <sub>2</sub> O m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>	LICOR600, CIRAS 3
Taxa de transpiração	E	Taxa de evaporação superficial na folha	mol H <sub>2</sub> O m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>	IRGA
Taxa fotossintética	A	Taxa de consumo de CO <sub>2</sub> pela folha	μmol CO <sub>2</sub> m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>	LICOR600, CIRAS 3
Temperatura pontual da folha	Tleaf	Temperatura de um ponto ou pontos da superfície da folha	°C	IRGA
Temperatura média da planta	Tplant	Temperatura média de vários pontos da superfície de toda a área foliar da planta	°C	LICOR600, CIRAS 3
Potencial hídrico do ramo	SWP	Pressão negativa necessária para extrair água de uma folha. Tensão hídrica dentro da planta (bar)	bar	IRGA
				Termografia
				Câmara de Scholander

## 2. Resultados

Os resultados apresentados reportam ao ensaio com a casta Castelão, realizado em estufa (Instituto Superior de Agronomia) e em campo (PORVID, Pegões). Os dados e análise comparativa

entre os quatro tratamentos (SAP+ e SAP-, em conforto hídrico e em rega deficitária), requerem uma interpretação cautelosa, uma vez que reportam apenas a um ciclo vegetativo da videira e não consideram a variabilidade anual das condições de crescimento, que pode afetar o efeito deste tratamento.

## 2.1. Capacidade de absorção dos SAPs

Com o objetivo de determinar a capacidade de absorção das várias granulometrias de SAPs (Fig. 1) procedeu-se à sua hidratação durante um período de tempo extenso (17h).



Fig. 1. Imagem das quatro granulometrias de SAPs desidratados. Código da granulometria: #4: grande; #3: fina; #2: média; #1: muito fina (SOCO series).

Após este período o excesso de água foi retirado. Os SAPs foram pesados antes e depois da hidratação de modo a calcular a sua capacidade de absorção (Tabela 2). Nas várias réplicas efetuadas foram usadas várias gramagens.

Tabela 2. Capacidade de absorção de quatro granulometrias de SAPs (SOCO series) na presença de vários tipos de água. Os valores apresentados são médias  $\pm$  desvio padrão das três réplicas que foram efetuadas para cada granulometria. O tipo de solo e planta corresponde à sugestão comercial da marca para utilização de cada uma das granulometrias. Referência (Ref.) da granulometria: #4: grande; #3: fina; #2: média; #1: muito fina.

SOCO series (Ref.)	Tipo de solo	Tipo de planta	Capacidade de absorção por tipo de água			
			Água de consumo (ml/g)	Água subterrânea (ml/g)	Água da chuva (ml/g)	Água destilada (ml/g)
SDK205X (#4)	Arenoso	Espécies arbóreas	229.9 $\pm$ 38.9	171.0 $\pm$ 34.4	349.7 $\pm$ 135.5	437.4 $\pm$ 92.2
SDK220X (#3)	Arenoso	Hortícolas; relvados	221.8 $\pm$ 33.7	199.1 $\pm$ 14.2	457.7 $\pm$ 18.8	434.1 $\pm$ 29.4
SDK312X (#2)	Argiloso	Espécies arbóreas	273.9 $\pm$ 19.2	215.7 $\pm$ 6.7	519.5 $\pm$ 33.9	478.8 $\pm$ 39.8
SDK324X (#1)	Argiloso	Hortícolas; relvados	280.3 $\pm$ 18.1	233.5 $\pm$ 5.5	541.8 $\pm$ 39.7	539.3 $\pm$ 29.2

A capacidade de absorção de água duplica na presença de água da chuva ou água destilada, comparativamente a água de consumo ou água subterrânea (lençóis freáticos). Os resultados obtidos indicam consistência na capacidade de absorção de cada granulometria de SAP,

O facto de a água canalizada e subterrânea, conter mais substâncias dissolvidas, relativamente à água da chuva ou destilada, influencia a capacidade de absorção dos SAPs. Nesse contexto, iões presentes nos diferentes tipos de águas ou outros tipos de soluções, como  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  ou  $\text{Na}^+$  podem clivar as ligações cruzadas do polímero, e alterar a fração iônica da cadeia polimérica dos hidrogéis, reduzindo a capacidade de retenção.

Com o objetivo de determinar em que extensão a água retém substâncias presentes no solo até ser adsorvida pelos SAPs, e em que medida esse facto pode afetar a capacidade de absorção dos mesmos, foi realizado um ensaio com três tipos de água após esta passar por terra (Tabela 3).

Tabela 3. Capacidade de absorção de quatro granulometrias de SAPs (SOCO series) na presença de três tipos de água após passar por terra. Os valores apresentados são médias  $\pm$  desvio padrão das três réplicas que foram efetuadas para cada granulometria. O tipo de solo e planta corresponde à sugestão comercial da marca para utilização de cada uma das granulometrias. Referência (Ref.) da granulometria: #4: grande; #3: fina; #2: média; #1: muito fina.

SOCO series (Ref.)	Tipo de solo	Tipo de planta	Capacidade de absorção por tipo de água (após passar por terra)		
			Água de consumo (ml/g)	Água subterrânea (ml/g)	Água da chuva (ml/g)
SDK205X (#4)	Arenoso	Espécies arbóreas	130.0 $\pm$ 26.0	123.3 $\pm$ 10.3	143.2 $\pm$ 1.6
SDK220X (#3)	Arenoso	Hortícolas; relvados	142.5 $\pm$ 10.3	134.7 $\pm$ 4.5	150.9 $\pm$ 6.9
SDK312X (#2)	Argiloso	Espécies arbóreas	166.0 $\pm$ 14.5	106.2 $\pm$ 8.7	155.0 $\pm$ 10.6
SDK324X (#1)	Argiloso	Hortícolas; relvados	150.9 $\pm$ 5.0	127.5 $\pm$ 18.7	157.1 $\pm$ 2.9

Os dados revelam uma diminuição da capacidade de absorção dos SAPs, com valores que vão dos 30% a 50% para água de consumo e subterrânea e de 60% a 70% para água da chuva. Este é um dado a ter em conta quando se pretender coadjuvar a absorção de fitofármacos ou fitohormonas. Em relação à capacidade absorção dos SAPs, nas suas várias granulometrias, e a sua adequação a terrenos arenosos e argilosos, não é possível tirar conclusões. No entanto, a observação que SAPs adequados a terrenos argilosos (granulometria mais baixa) parecem possuir uma maior capacidade de retenção de água é de facto interessante, pois tal como a argila, apresentam uma maior superfície de contacto. Testes adicionais, com amostras de solo juntamente com os diferentes tipos de SAP seriam necessários para verificar, *in vivo*, estas observações. Interessante seria também saber as propriedades físico-químicas dos polímeros que compõem as várias granulometrias.

## 2.2. Ensaio de estufa

O ensaio de estufa estendeu-se durante aproximadamente 15 semanas (de 23 de maio a 6 de setembro 2022). Foram estudadas 80 plantas da casta Castelão enxertadas em porta-enxertos SO4, com um ano de idade. As plantas foram divididas em dois grupos de 40, um com tratamento de SAP e outro sem. Dentro destes dois grupos foram ainda divididas em 2 subgrupos de 20 plantas cada: com rega deficitária e conforto hídrico. As plantas em estudo foram envazadas dia 29 de abril, tendo o abrolhamento iniciado dia 3 de maio. Desta forma, definiu-se o período desde este momento até 23 de maio como o período de crescimento inicial, onde foi mantido o conforto hídrico em todas as plantas sem recolha de dados fisiológicos. Após um período inicial de crescimento vegetativo, em que 80% das plantas se encontravam no estado fenológico com 9 folhas ou mais (18/05/2022), iniciou-se o registo dos parâmetros fisiológicos. As condições no interior da estufa, temperatura e humidade relativa, estão sujeitas a variações atmosféricas, *e.g.* não são controladas.

### Crescimento vegetativo e volume de água regado

Ao longo de 14 das 15 semanas do ensaio, foram recolhidos dados provenientes das plantas em estufa. As primeiras sete semanas (23/05 a 04/07) reportam um período sem grandes oscilações de temperatura (Fig. 2). Contudo, durante a semana de 06/06 a 12/06 as temperaturas oscilaram entre os 30°C e os 35°C. Neste período o registo dos parâmetros fisiológicos decorreu entre as 8h30 e as 12h.

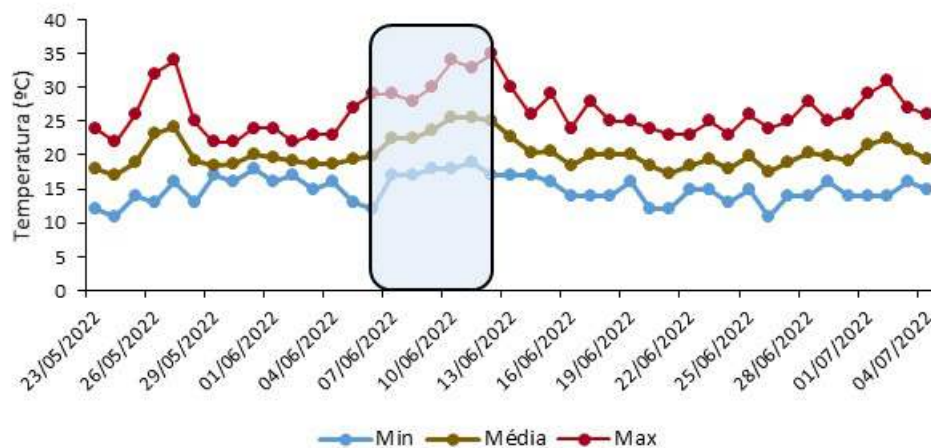


Fig. 2. Temperatura exterior no período de 23 de maio a 04 de julho. Min - temperatura mínima; Max - temperatura máxima. Retângulo - Período de maior calor.

Foram registados os valores referentes ao desenvolvimento vegetativo das plantas (área foliar) e valores referentes à quantidade de água fornecida por dia/tratamento (Fig. 3). Ao longo do ciclo vegetativo foi selecionado o período inicial e três momentos de interesse: I – onda de calor, II - conforto hídrico seguido de stress e recuperação e III – resiliência a stress hídrico severo prolongado. Este último, pela sua natureza é tratado subsequentemente.

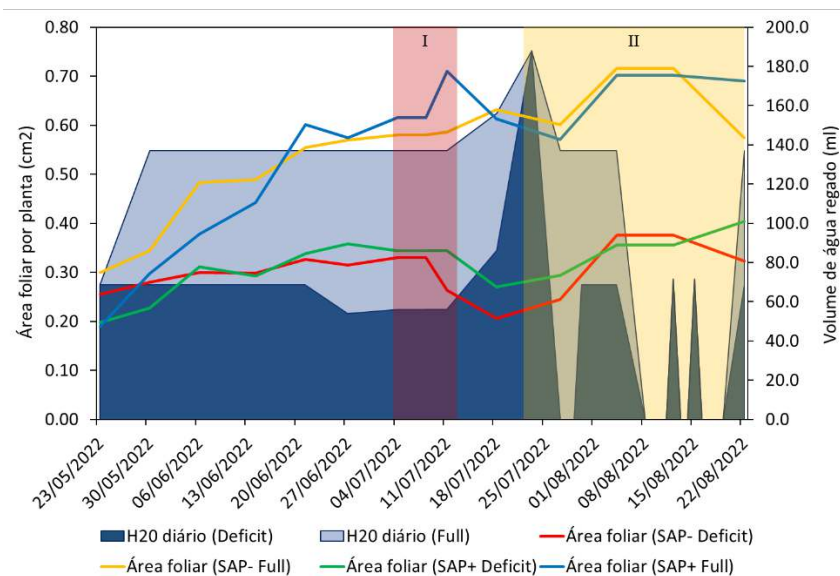


Fig. 3. Evolução do crescimento vegetativo (área foliar) e do volume de água regado entre 23/05/2022 e 22/08/2022. SAP-: plantas sem SAPs. SAP+: plantas com SAPs adicionados. Deficit: rega deficitária. Full: rega a conforto hídrico. I – Momento de interesse: onda de calor; II – Momento de interesse: conforto hídrico seguido de stress e recuperação.

Os resultados revelam uma diferença clara entre o crescimento vegetativo das videiras nos dois tratamentos de rega (rega deficitária e conforto hídrico), a partir do fim do mês de junho até ao final do ciclo (Fig. 3). É possível observar alguns picos de aumento da área foliar, mas também algumas perdas, relacionadas com a senescência de folhas, conseqüente de condições adversas sentidas pelas plantas (Fig. 3). A dotação de rega variou consoante as necessidades hídricas, estado de desenvolvimento e de forma a submeter as plantas a diferentes situações de stress ou conforto. Assim, relativamente ao crescimento vegetativo, observa-se uma tendência positiva do efeito dos SAPs em alguns momentos, ao longo de todo o ciclo.

As plantas em estudo foram ainda submetidas a uma análise da sua temperatura superficial com recurso a termografia (Fig. 9).

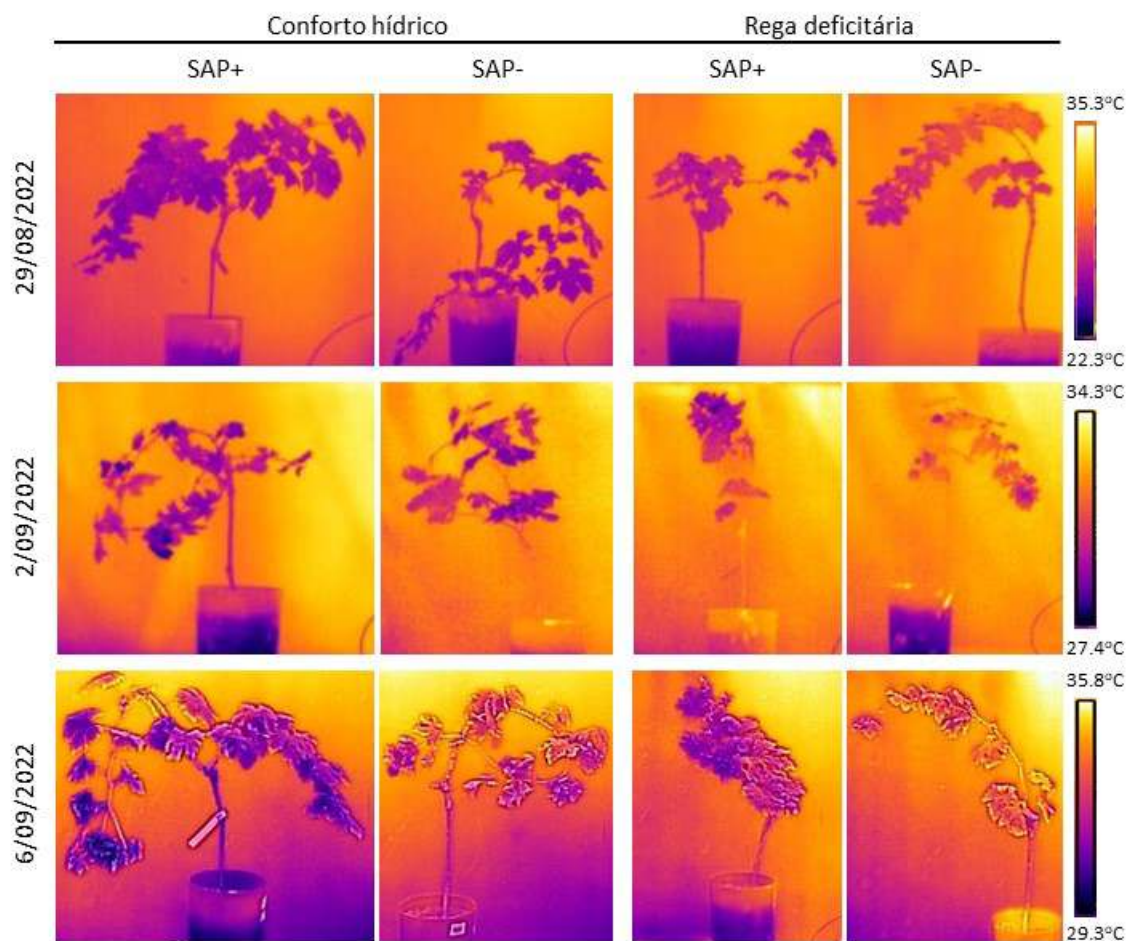


Fig. 9. Exemplo de imagens térmicas de plantas em estufa no período de 29 de agosto a 6 de setembro. SAP-: plantas sem SAPs. SAP+: plantas com SAPs adicionados. Conforto hídrico: plantas anteriormente mantidas em capacidade de campo; Rega deficitária: plantas anteriormente mantidas em défice hídrico.

Na análise termográfica das plantas podemos observar zonas com maior e menor temperatura superficial. As imagens foram sujeitas a análise por software (ImajeJ) em 20 pontos ao longo de cada planta, num total de 10 plantas por tratamento (Fig. 10).

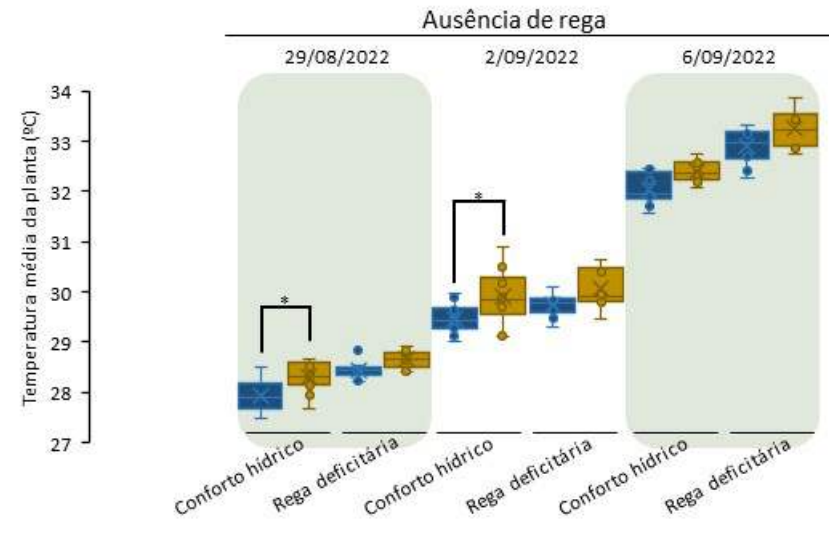


Fig. 10. Boxplot com valores médios e desvio padrão da temperatura superficial média das plantas em estufa, estimada com recurso a termografia. A análise incidiu em 20 pontos de cada planta. A azul, SAP+: plantas com SAPs. A castanho, SAP-: plantas sem SAPs adicionados. Asteriscos indicam a significância estatística encontrada (\* $p < 0.05$ ).

A temperatura superficial média das plantas (Fig. 10) apresenta valores crescentes ao longo dos dias em análise que acompanham o stress hídrico das plantas em estudo. Este aumento é particularmente notável, considerando que a temperatura na estufa era sensivelmente igual ou inferior no último dia de análise, em comparação com os restantes dias (Fig. 7). É possível observar um efeito significativamente positivo dos SAPs particularmente nos dois primeiros dias de análise, nas plantas em regime de conforto hídrico contínuo. Esta diferença deixa de ser significativa no último dia de análise, possivelmente, devido às reservas hídricas, com e sem SAPs, terem atingido o seu limite após um stress hídrico tão prolongado.

Em suma, as plantas tiveram capacidade de manter a sua capacidade fotossintética e a sua temperatura superficial durante mais tempo, até atingirem um limite, após cerca de uma semana de stress hídrico contínuo.

### 2.3. Ensaio de campo

O ensaio de campo foi instalado na casta Castelão localizada no campo experimental da PORVID, em Pegões. Este ensaio foi dividido em duas vertentes: 1) instalado a 05/05/2022: viabilidade do uso de SAP na taxa de sobrevivência de retanchas e 2) instalado a 26/05/2022: efeito dos SAPs em plantas adultas já instaladas. No ensaio de retanchas foram instaladas 78 plantas com adição de SAPs e 93 plantas sem adição de SAPs. Para o efeito, foram adicionados 5g de hidrogel, previamente hidratado, junto às raízes das plantas nas plantas com SAP. No ensaio 2) para as plantas SAP+ foram efetuados dois orifícios (~30cm) em cada um dos lados das plantas, colocado o hidrogel, previamente hidratado,

e fechado os orifícios. Nas plantas SAP- foram feitos os dois orifícios em cada um dos lados das plantas, que de seguida foram fechados.

## Desenvolvimento fenológico

A avaliação fenológica das plantas com um ano de idade, colocadas em retanchas decorreu de 01/06/2022 a 15/07/2022. Para o efeito, foi seguida a escala fenológica BBCH (Lorenz et al 1995) até a maior parte das plantas ter 19 ou mais folhas completamente expandidas (Fig. 11).

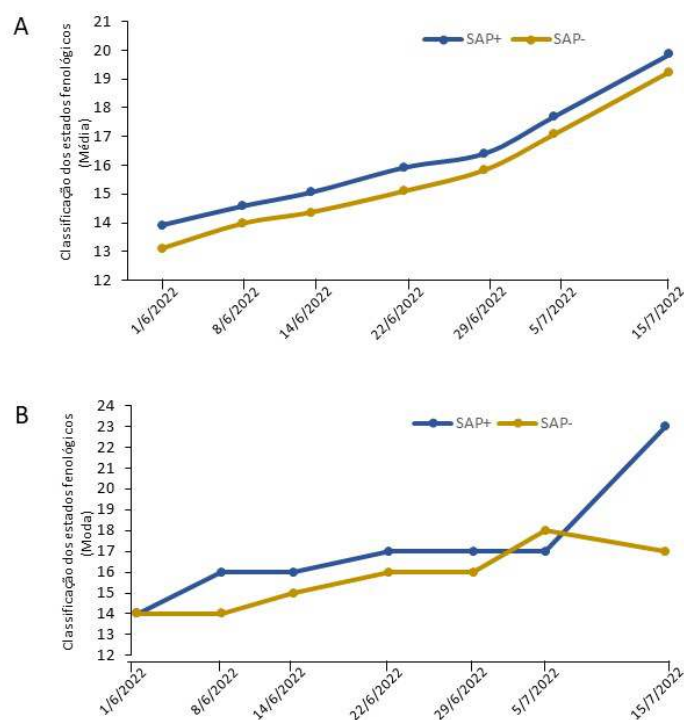


Fig. 11. Avaliação dos estados fenológicos (escala BBCH) das plantas com um ano, colocadas em retanchas, com base na média (A) e na moda (B).

Os dados mostram um desenvolvimento médio, ligeiramente maior nas plantas SAP+, comparativamente a plantas SAP-, ao longo do tempo (Fig. 11A). A análise do valor mais frequente do conjunto de dados (Moda) mostra a mesma tendência que os valores médios, com as plantas SAP+ a apresentarem uma fenologia ligeiramente mais desenvolvida. De assinalar que a 22 de junho foi efetuada a primeira rega, e todas as plantas responderam à maior quantidade de água disponível no solo (Fig.11A). Contudo, são as plantas SAP+ que apresentam com uma maior frequência um estado de desenvolvimento mais avançado (Fig. 11B). Este tipo de análise será retomado em 2023 com a contabilização das plantas sobreviventes em ambos os tratamentos. De assinalar que durante o mês de agosto não houve rega pois pretendia-se algum stress hídrico durante maturação das uvas das plantas adultas, com eventual prejuízo para as plantas jovens.

## Análise espacial – Imagem aérea

No dia 27 de julho 2022 foi realizado um voo de drone para recolha de imagens aéreas da parcela em estudo. Foi utilizado um Phantom 4 RTK, com recurso à câmara standard do modelo do drone (imagem RGB). As imagens recolhidas foram processadas de forma a serem obtidos os seguintes parâmetros de todas as videiras: (i) a área foliar da copa e (ii) índice de vegetação VARI (Visual Atmospheric Resistance Index, eq. 1).

$$VARI = \frac{(Green - Red)}{(Green + Red - Blue)} \quad (1)$$

Onde *Green*, *Red* e *Blue* correspondem aos comprimentos de onda de cada pixel, na escala visível do espectro eletromagnético.

Na figura 12 estão identificadas as posições das linhas na vinha, onde foram selecionadas videiras que serão acompanhadas ao longo do ensaio de campo. São diferenciadas zonas com e sem adição de SAPs. A existência de rega (representada por polígonos com tons mais escuros na zona Este da área em estudo) foi ignorada nesta fase, pois todas as linhas tiveram acesso ao mesmo volume de água de rega a partir de 22/06/2022. A gestão da rega foi feita por parte da AVIPE, tendo-se procurado atingir conforto hídrico até à fase fenológica do pintor, altura onde se interrompeu a rega.

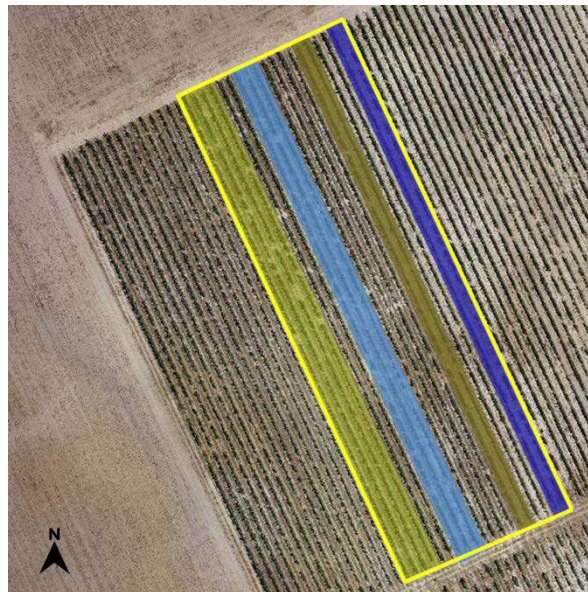


Fig. 12. Localização das linhas com videiras em estudo dentro da parcela pré-selecionada (polígono externo amarelo). Polígonos cheios em tons de amarelo e azul correspondem, respetivamente, a linhas sem e com aplicação de SAPs.

Na figura 13 estão representados dois mapas após processamento e classificação de imagem (*Kriging*), relativamente à área da copa e ao VARI, considerando apenas pixels das videiras (após extração da informação da entre-linha). Considerando que a informação destas imagens foi recolhida

dois meses após a aplicação dos SAPs, não foi analisado qualquer efeito da mesma. Será considerada como informação base, relativamente ao ano 0, que servirá de comparação para a campanha seguinte. De qualquer forma, é possível discutir a variabilidade espacial intrínseca da parcela, relativamente a estes dois indicadores.



Fig. 13. *Kriging* para análise da variabilidade espacial da parcela em estudo relativamente à (A) área da copa em m<sup>2</sup>/m e (B) VARI (adimensional). Valores obtidos de 11 pixéis exclusivamente referentes à linha (videiras).

Relativamente à área da copa, é possível observar duas grandes classes. A zona Este da parcela, com coloração mais avermelhada, e a zona mais centro-Oeste da parcela, com coloração mais verde (Fig. 13A). Esta diferença da área da copa coincide também com uma variação do solo, que é nítida na figura 14 e pode estar associada a deficiências nutritivas, consequente dos solos mais pobres da zona Este. Quanto ao VARI, este apresenta um padrão diferente da área da copa, com uma zona central, na parte superior da metade sul da parcela, com valores significativamente mais baixos do que a restante área (Fig. 13B). Este indicador está relacionado com parâmetros qualitativos da sebe, nomeadamente relacionados com stresses bióticos e abióticos.



Fig. 14. Identificação da zona de transição (setas a preto) de duas regiões de elevada variabilidade do solo na vinha em imagem RGB (A) e com valores de VARI de toda a parcela (B). Retângulo preto representa a zona em estudo.

Apesar das diferenças evidentes das duas zonas indicadas na figura 14 e dos padrões apresentados na figura 13, as linhas em análise ilustradas na figura 14 mostram que existem plantas com e sem SAPs entre as zonas de maior diferença. No entanto, esta variabilidade espacial pode colocar em causa o design experimental, caso sejam consideradas linhas com e sem rega, que coincidam com as zonas indicadas na figura 14. Desta forma, é aconselhável que o ensaio permaneça com rega equivalente em todos os locais da vinha, de forma a não mascarar o efeito da interação SAPs e rega. Considerando que, em condições de campo, e mantendo a mesma estratégia de rega deficitária do ano 2022, existirá défice hídrico suficiente para se poder estudar o efeito do tratamento.

## Vindimas

Por altura das vindimas foi feita a análise à temperatura superficial de plantas com e sem SAPs (Fig. 15).

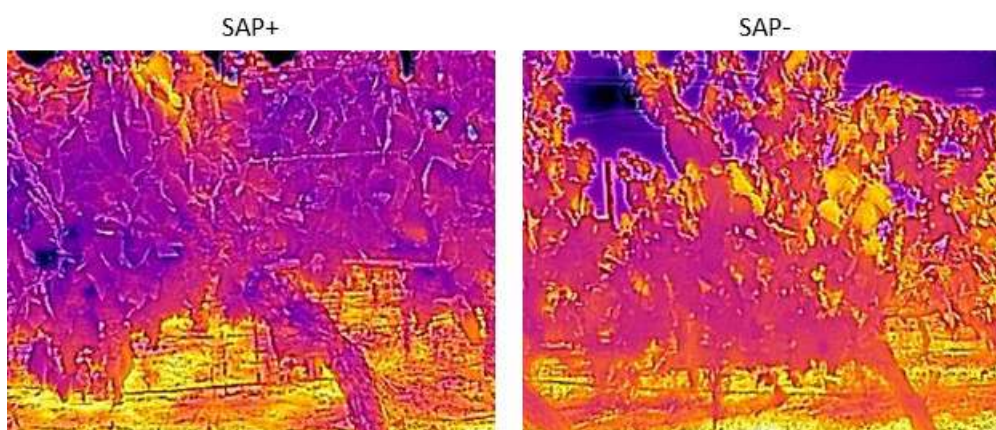


Fig. 15. Exemplo de imagens térmicas de plantas em campo (07/09/2022). SAP+: plantas com SAPs adicionados. SAP-: plantas sem SAPs.

As imagens são apenas um exemplo, obtido num único dia. Estas imagens, em particular, sugerem diferenças entre os dois tratamentos. Contudo, não foi efetuada análise de imagem devido a haver poucos dados disponíveis. À semelhança da termografia feita em estufa, também em campo é necessário modificar a altura do dia, frequência e a forma como são recolhidas as imagens.

Nas vindimas foram recolhidos e pesados todos os cachos de uva dos dois tratamentos (Fig. 16 e Tabela 4).

Tabela 4. Resultado da vindima das linhas com e sem SAP. Número total de cachos e respetivo peso.

	Nº cachos	Peso (kg)
SAP+	1352	397.02
SAP-	1346	351.02

Estes dados sugerem uma maior produção de plantas SAP+. Contudo, a diferença entre os dois tratamentos não é significativa e inúmeros fatores podem ter contribuído para este resultado.

Uma análise mais detalhada revelou que as plantas SAP+ registaram um maior número médio de cachos por planta e por consequência, uma maior produção média por planta, sem que tenham produzido cachos mais pesados.

De salientar ainda que, o número médio de cachos por videira é uma característica que é definida na planta durante o ano anterior (neste caso, em 2021), altura em que os SAP ainda não estavam instalados. Será interessante compreender, no próximo ano, se houve influência do tratamento do presente ano na diferenciação das inflorescências. Um cenário possível é que as potenciais diferenças encontradas este ano sejam devidas a particularidades do campo (e.g. tipo de solo), fora do controlo do ensaio e não da aplicação dos SAPs. Um outro cenário é que as diferenças sejam inerentes à aplicação de SAPs, que terá a sua confirmação no próximo ciclo de crescimento.

### 3. Considerações finais

Após uma primeira observação dos resultados, e da identificação dos vários momentos de interesse, é possível adiantar um efeito significativamente positivo dos SAPs no crescimento, adaptação e mitigação do stress hídrico e térmico, por parte de plantas jovens, em condições de estufa. Este efeito parece ser visível em situações de stress severo, como é o caso do momento III. Em situações de stress moderado também é possível observar um efeito mitigatório dos SAP. Porém, é importante que as análises realizadas sejam repetidas em mais campanhas de modo a considerar condições de crescimento distintas e o efeito acumulado do tratamento.

Os dados obtidos, vão influenciar a direção e adaptações a realizar no ensaio durante o próximo ano, de forma a aumentar a robustez dos resultados. Para tal, são sugeridas algumas alterações a efetuar à metodologia no próximo ciclo de crescimento (2023):

1. **Alteração dos regimes hídricos.** Será diminuída a frequência e aumentado o volume de água de cada rega, mantendo plantas em regime de stress e conforto hídrico. Desta forma conseguimos mimetizar os momentos estudados neste relatório com uma maior robustez,

simulando de forma mais consistente as condições de campo. Esta alteração fará com que seja repostado o volume de água retido pelos SAP, algo que possivelmente foi impossibilitado nas plantas sujeitas a stress hídrico contínuo.

2. **Acompanhamento contínuo dos parâmetros analisados (maior número de dias de análise sucessivos, com redução da frequência).** Esta adaptação é consequente do ajuste da frequência e volume de rega, considerando que em ambos os regimes, existirão períodos de conforto e stress, mais ou menos prolongados. Uma monitorização contínua fará com que se consigam estudar as curvas de evolução dos diferentes parâmetros, ao longo desta dinâmica de stress hídrico. Após iniciado o ensaio, este será acompanhado diariamente, durante um período determinado de tempo (período entre regas), de forma a estudar o efeito dos SAP num ciclo de rega e/ou ciclo de stress. Desta forma seria possível repetir momentos de interesse várias vezes durante o ciclo de crescimento, com atenção à influência da temperatura atmosférica e massa vegetativa das plantas.
3. **O aparelho LICOR600 será substituído na totalidade pelo CIRAS 3 (IRGA).** Esta alteração tem como base o elevado interesse dos resultados obtidos com CIRAS 3, particularmente quanto à taxa fotossintética da planta em momentos de stress (momento III), sendo que os principais parâmetros obtidos pelo LICOR600 (gsw e E) são também possíveis de obter pelo CIRAS 3. O CIRAS3 tem a desvantagem de ser um aparelho mais complexo e com uma utilização mais demorada, que fará com que seja necessária a diminuição de plantas amostradas por dia.
4. **Alteração da hora em que os parâmetros fisiológicos são medidos.** As medições no ciclo de crescimento em 2022 foram efetuadas entre as 10.00 e as 13.00 da tarde, em todas as plantas. No Verão normalmente existe uma diferença significativa na temperatura durante este período, o que inevitavelmente leva a diferenças de temperatura sentidas pelas plantas. É sugerido utilizar menos plantas por análise, de forma a reduzir o tempo de amostragem, e alterar este período de medições para as 13:00-15:00pm, que coincide com as horas de maior calor. Neste período as plantas encontram-se mais vulneráveis, e é a altura em que o efeito dos SAP poderá ser mais evidente.
5. **Randomização de plantas SAP+ e SAP- em cada estufa.** Adicionalmente, de modo a minimizar a influência da hora de medição, planeia-se randomizar as plantas SAP+ e SAP- dentro de cada uma das estufas. Desta forma, será possível acompanhar plantas de forma aleatória (entre SAP+ e SAP-), sem um esforço acrescido de movimentação dentro da estufa, dificultado pelo transporte dos aparelhos de monitorização.
6. **Determinar a capacidade de absorção de SAPs *in vivo*.** É proposto misturar as diferentes granulometrias de SAPs com diferentes tipos de solo (argiloso e arenoso) e efetuar pesagens da capacidade de retenção dos solos de forma a obter a capacidade em situação real, para cada

uma das granulometrias de SAPs. Adicionalmente, poder-se-á utilizar a água após passar pelo solo para determinar quanto é absorvida, e comparar com as análises já efetuadas.

7. **Testar várias condições na análise termográfica.** Em estufa é necessário adequar as condições de luz de forma a obter imagens com o mínimo de *background*. O que irá facilitar a análise de imagem e a marcação de pontos/área. Também em campo a recolha de imagens será modificada no tempo e na forma, com a definição de um protocolo e alteração à frequência de medição ao longo do dia, em vários dias. Adicionalmente, poder-se-á selecionar e acompanhar plantas de cada tratamento ao longo do tempo.